

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Ki-hyun KIM et al

Application No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: September 26, 2003

Examiner: Unassigned

For: LDPC DECODING APPARATUS AND METHOD

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

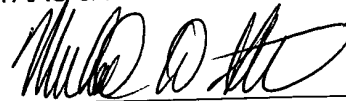
Korean Patent Application No(s). 2002-65658

Filed: October 26, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP



By: _____
Michael D. Stein
Registration No.

Date: September 26, 2003

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0065658
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 10월 26일
Date of Application OCT 26, 2002

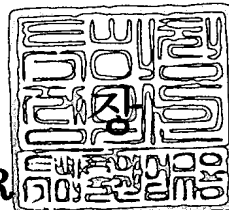
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 02 월 24 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

| | |
|------------|---|
| 【서류명】 | 특허출원서 |
| 【권리구분】 | 특허 |
| 【수신처】 | 특허청장 |
| 【참조번호】 | 0006 |
| 【제출일자】 | 2002. 10. 26 |
| 【국제특허분류】 | H03M |
| 【발명의 명칭】 | L D P C 복호화 장치 및 그 방법 |
| 【발명의 영문명칭】 | LDPC decoding apparatus and method |
| 【출원인】 | |
| 【명칭】 | 삼성전자 주식회사 |
| 【출원인코드】 | 1-1998-104271-3 |
| 【대리인】 | |
| 【성명】 | 이영필 |
| 【대리인코드】 | 9-1998-000334-6 |
| 【포괄위임등록번호】 | 1999-009556-9 |
| 【대리인】 | |
| 【성명】 | 이해영 |
| 【대리인코드】 | 9-1999-000227-4 |
| 【포괄위임등록번호】 | 2000-002816-9 |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 김기현 |
| 【성명의 영문표기】 | KIM, Ki Hyun |
| 【주민등록번호】 | 691220-1053119 |
| 【우편번호】 | 463-703 |
| 【주소】 | 경기도 성남시 분당구 구미동(무지개마을) 대림아파트 103동 1103호 |
| 【국적】 | KR |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 박인식 |
| 【성명의 영문표기】 | PARK, In Sik |
| 【주민등록번호】 | 570925-1093520 |

| | |
|------------|---|
| 【우편번호】 | 442-470 |
| 【주소】 | 경기도 수원시 팔달구 영통동 신나무실 615동 801호 |
| 【국적】 | KR |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 심재성 |
| 【성명의 영문표기】 | SHIM, Jae Seong |
| 【주민등록번호】 | 641223-1058515 |
| 【우편번호】 | 143-191 |
| 【주소】 | 서울특별시 광진구 자양1동 610-35호 |
| 【국적】 | KR |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 한성휴 |
| 【성명의 영문표기】 | HAN, Sung Hyu |
| 【주민등록번호】 | 710223-1063223 |
| 【우편번호】 | 135-220 |
| 【주소】 | 서울특별시 강남구 수서동 신동아아파트 704동 1203호 |
| 【국적】 | KR |
| 【취지】 | 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대 리인 이영 필 (인) 대리인 이해영 (인) |
| 【수수료】 | |
| 【기본출원료】 | 20 면 29,000 원 |
| 【가산출원료】 | 17 면 17,000 원 |
| 【우선권 주장료】 | 0 건 0 원 |
| 【심사청구료】 | 0 항 0 원 |
| 【합계】 | 46,000 원 |
| 【첨부서류】 | 1. 요약서·명세서(도면)_1통 |

【요약서】

【요약】

본 발명은 LDPC 복호화 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 그 방법은 채널을 통하여 전송된 c 개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드를 LDPC 복호화하는 방법에 있어서, (a) 상기 코드 워드와 다수의 0과 1의 성분으로 이루어진 $p \times c$ 크기의 패리티 검사 행렬을 입력받아, 상기 코드 워드와 상기 패리티 검사 행렬의 c 개의 성분으로 이루어진 p 개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 상응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬을 생성하는 단계; (b) 상기 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성하는 단계; 및 (c) 상기 R행렬의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c 개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드를 출력하는 단계;를 포함한다. 이러한 LDPC 복호화 방법을 이용함으로써 연산과정의 복잡도를 감소시켜 LDPC 복호화 성능을 향상시키는 효과를 가진다.

【대표도】

도 5

【명세서】

【발명의 명칭】

LDPC 복호화 장치 및 그 방법{LDPC decoding apparatus and method }

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 LDPC 복호화 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 블록도,

도 2는 도 1에 도시된 R행렬 생성부의 상세 구성을 설명하기 위한 블록도,

도 3은 도 1에 도시된 LDPC 복호화 장치의 각 구성요소들의 입출력 행렬들의 일 예를 나타내는 도면,

도 4는 본 발명에 따른 LDPC 복호화 장치의 다른 실시예를 설명하기 위한 블록도,

도 5는 도 1에 도시된 본 발명에 따른 LDPC 복호화 장치에서 실시되는 LDPC 복호화 방법을 설명하기 위한 흐름도,

도 6은 도 5에 도시된 제340 단계의 상세 구성을 나타내는 흐름도,

도 7은 도 4에 도시된 본 발명에 따른 다른 LDPC 복호화 장치에서 실시되는 LDPC 복호화 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<8> 본 발명은 에러 정정 복호화 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 특히 Low Density Parity Code 복호 알고리즘의 구현시 그 복잡도를 감소시켜 복호화 성능을 향상시키는 복호화 장치 및 방법에 관한 것이다.

<9> 무선통신분야 또는 광 기록재생 분야 등에서 사용되는 에러 정정 부호화 기술의 한 가지로서 Low Density Parity Code(이하, LDPC라 한다) 부호화 방법이 있다. LDPC 부호화는 성분값 1을 가지는 성분이 각 행(row)과 각 열(column)에 일정 개수씩 포함되고 그 외 성분들은 성분값 0을 가지는 패리티 검사 행렬을 이용하여 패리티 정보(부가 정보)를 생성하는 과정을 포함한다. 다시 말하면, 다음의 수학적식을 만족하도록 패리티 정보를 결정한다.

<10> 【수학적식 1】 $H \cdot C = 0$

<11> H는 $p \times k$ 크기의 패리티 검사 행렬이고 0는 영행렬이다. C는 c개의 비트로 이루어진 코드 워드를 성분으로 하는 열행렬(column matrix)로서, 코드 워드는 m비트의 메시지 워드 k_1, k_2, \dots, k_m 과 p비트의 패리티 정보 x_1, x_2, \dots, x_p 로 이루어진다. 패리티 검사 행렬 H와 행렬 C의 구성 성분중 부호화 대상인 메시지 워드는 값을 알고 있으므로 상기 수학적식 1에 의해 패리티 정보 $x_i(i=1, 2, \dots, p)$ 를 정할 수 있다.

<12> LDPC 부호화에 대한 보다 상세한 설명은 "Good error correction codes based on very sparse matrices"(D.J.MacKay, IEEE Trans. on Information Theory, vol. 45, no.2, pp.399-431, 1999)에 기술되어 있다.

<13> LDPC 부호화되어 채널을 통해 전송되어 에러를 포함하는 코드 워드를 복호화하는 때에도 부호화 때 사용되었던 패리티 검사 행렬을 이용하여 복호화한다. 이 때 다수의 행렬 연산이 요구된다. 연산 과정 중에는 행렬의 각 행에 존재하는 하나의 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 성분값들을 곱한 값으로 대체하는 과정이 있다. 이러한 곱셈 동작은 시스템 구현의 복잡도(complexity)를 증가시키는 문제가 있다.

<14> 종래, 시스템 복잡도를 유발시키는 행렬 성분들간의 곱셈 동작을 수행하지 않고 LDPC 복호화하는 알고리즘에 관한 기술이 제안된 바 있다. 이에 따르면, 곱셈 동작 대신, 행렬의 각 행의 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 각 행의 성분값들 중 최소인 값으로 대체하는 동작을 수행하여 거의 동일한 결과를 얻을 수 있다고 한다. 이에 대한 보다 상세한 내용은 "Reduced complexity iterative decoding of low density parity check codes based on belief propagation"(M. Fossorier, M. Mihaljevic, and H. Imai, IEEE Trans. on Communications, vol. 47, no. 5, pp. 673-680, 1999)에 기술되어 있다.

<15> 그러나 곱셈 동작을 대체하는 전술한 종래 기술의 경우에서도 각 행을 구성하는 다수의 성분들 중에서 최소값을 구하는 동작을 행렬의 구성 성분의 개수에 해당하는 회수만큼 반복해야 하므로 마찬가지로 복잡도가 높은 문제가 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<16> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 LDPC 부호화되어 채널을 통해 전송된 코드 워드를 패리티 검사 행렬을 이용하여 복호화하는 경우에 연산과정의 복잡도를 감소시켜 복호화 성능을 향상시키는 LDPC 복호화 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<17> 상기 과제를 이루기 위해, 본 발명에 의한 LDPC 복호화 장치는,

<18> 채널을 통하여 전송된 c 개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드를 LDPC 복호화하는 장치에 있어서, 상기 코드 워드와 다수의 0과 1의 성분으로 이루어진 $p \times c$ 크기의 패리티 검사 행렬을 입력받아, 상기 코드 워드와 상기 패리티 검사 행렬의 c 개의 성분으로 이루어진 p

개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 대응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬을 생성하는 제1 Q행렬 생성부; 상기 제1 Q행렬 생성부로부터 상기 제1 Q행렬을 입력받아, 상기 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 각 행의 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성하는 R행렬 생성부; 상기 코드 워드와 상기 R행렬 생성부로부터 상기 R행렬을 입력받아, 상기 R행렬의 각각의 열에 대하여 각 열에서 성분값이 0이 아닌 성분을 그 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들과 상기 R행렬의 각 열과 동일한 열에 위치한 상기 코드 워드의 코드 비트값을 더하여 제2 Q행렬을 생성하고, 상기 제2 Q행렬을 상기 R행렬 생성부로 출력하는 제2 Q행렬 생성부; 및 상기 R행렬 생성부로부터 상기 R행렬을 입력받아, 상기 R행렬의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드를 출력하는 출력 계산부;를 포함하고, 상기 R행렬 생성부는 상기 제2 Q행렬 생성부로부터 상기 제2 Q행렬을 입력받아 다른 R행렬을 생성하여 상기 제2 Q행렬 생성부와 상기 출력 계산부로 출력하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

<19> 상기 과제를 이루기 위해, 본 발명에 의한 다른 LDPC 복호화 장치는,

<20> 채널을 통하여 전송된 c개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드를 LDPC 복호화하는 장치에 있어서, 상기 코드 워드와 다수의 0과 1의 성분으로 이루어진 $p \times c$ 크기의 패리티 검사 행렬을 입력받아, 상기 코드 워드와 상기 패리티 검사 행렬의 c개의 성분으로 이루어진 p개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 대응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬을 생성하는 제1 Q행렬 생성부; 상기 제1 Q

행렬 생성부로부터 상기 제1 Q행렬을 입력받아, 상기 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 각 행의 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성하는 R행렬 생성부; 상기 R행렬 생성부로부터 상기 R행렬을 입력받아, 상기 R행렬의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드를 출력하는 출력 계산부; 상기 출력 계산부로부터 상기 복호된 코드 워드를 입력받아, 상기 패리티 검사 행렬을 이용하여 상기 복호된 코드 워드의 복호의 성공 여부를 판단하여 상기 복호된 코드 워드의 출력을 결정하는 출력 결정부; 및 복호 실패라고 판단한 상기 출력 결정부로부터의 제어신호에 따라, 상기 코드 워드와 상기 R행렬 생성부로부터 상기 R행렬을 입력받아, 상기 R행렬의 각각의 열에 대하여 각 열에서 성분값이 0이 아닌 성분을 그 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들과 상기 R행렬의 각 열과 동일한 열에 위치한 상기 코드 워드의 코드 비트값을 더하여 제2 Q행렬을 생성하고, 상기 제2 Q행렬을 상기 R행렬 생성부로 출력하는 제2 Q행렬 생성부;를 포함하고, 상기 R행렬 생성부는 상기 제2 Q행렬 생성부로부터 상기 제2 Q행렬을 입력받아 다른 R행렬을 생성하여 상기 제2 Q행렬 생성부와 상기 출력 계산부로 출력하고, 상기 출력 계산부는 상기 다른 R행렬을 이용하여 새로운 복호된 코드 워드를 상기 출력 결정부로 출력하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

<21> 상기 과제를 이루기 위해, 본 발명에 의한 LDPC 복호화 방법은,

<22> 채널을 통하여 전송된 c개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드를 LDPC 복호화하는 방법에 있어서, (a) 상기 코드 워드와 다수의 0과 1의 성분으로 이루어진 $p \times k$ 크기의 패리티 검

사 행렬을 입력받아, 상기 코드 워드와 상기 패리티 검사 행렬의 c 개의 성분으로 이루어진 p 개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 상응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬을 생성하는 단계; (b) 상기 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성하는 단계; 및 (c) 상기 R행렬의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c 개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드를 출력하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

<23> 상기 과제를 이루기 위해, 본 발명에 의한 다른 LDPC 복호화 방법은,

<24> 채널을 통하여 전송된 c 개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드를 LDPC 복호화하는 방법에 있어서, (a) 상기 코드 워드와 다수의 0과 1의 성분으로 이루어진 $p \times c$ 크기의 패리티 검사 행렬을 입력받아, 상기 코드 워드와 상기 패리티 검사 행렬의 c 개의 성분으로 이루어진 p 개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 상응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬을 생성하는 단계; (b) 상기 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성하는 단계; (c) 상기 R행렬의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c 개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드를 계산하는 단계; 및 (d) 상기 패리티 검사 행렬을 이용하여 상기 복호된 코드 워드의 복호의 성공 여부를 판단하여 복호에 성공

하면 상기 복호된 코드 워드를 출력하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

- <25> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.
- <26> 도 1 내지 도 3e를 참조하여 본 발명에 따른 LDPC 복호화 장치의 일 실시예를 설명한다.
- <27> 도 1은 LDPC 복호화 장치를 설명하기 위한 블록도이다. 도 1을 참조하면, LDPC 복호화 장치는 패리티 검사 행렬 저장부(110), 제1 Q행렬 생성부(120), R행렬 생성부(130), 제2 Q행렬 생성부(140) 및 출력 계산부(150)를 포함한다.
- <28> 패리티 검사 행렬 저장부(110)는 LDPC 부호화시에 사용된 패리티 검사 행렬 H 를 저장하여 제1 Q행렬 생성부(120)에 제공한다.
- <29> 제1 Q행렬 생성부(120)는 채널을 통하여 전송되어 각종 잡음에 의해 소프트한 값을 가지는 c 개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드 P 와 패리티 검사 행렬 저장부(110)로부터 패리티 검사 행렬 H 를 입력받아 제1 Q행렬인 Q 를 생성한다. 코드 비트의 값이 소프트하다는 것은 그 값이 "0" 또는 "1"이 아니라 잡음에 의해 왜곡되어 "0.238", "1,376" 등의 아날로그 값을 가지는 것을 말한다. "0" 또는 "1"을 하드한 값이라 할 때, "0.238", "1,376" 등의 아날로그 값을 소프트 값이라 부른다.
- <30> R행렬 생성부(130)는 제1 Q행렬 생성부(120)로부터 제1 Q행렬

Q를 입력받아 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 각 행의 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들 중 최소인 값으로 대체한 후, 소정의 상수를 곱하여 행렬 R을 생성한다.

<31> 종래 기술에서는 행렬 R을 생성하는 경우에, 각 성분을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들을 일일이 비교하여 그 중 최소값을 결정한 후, 각 성분값을 결정된 최소값으로 대체하는 과정을 반복해야 했다. 그러나 본 발명에 따르면 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 제1 최소값의 위치를 먼저 파악한 후 이들 정보를 이용함으로써 각 성분을 최소값으로 대체하는 과정을 보다 빠르고 간단하게 수행할 수 있다.

<32> R행렬 생성부(130)는 제1 Q행렬 Q를 입력받아 행렬 R을 생성한 후, 제2 Q행렬 생성부(140)로부터 제2 Q행렬인 행렬 Q'을 입력받은 경우에는 제1 Q행렬 Q에 대한 R행렬을 생성하는 경우와 마찬가지로 동일한 동작을 수행하여 다른 R행렬을 생성한 후 출력한다.

<33> 제2 Q행렬 생성부(140)는 채널을 통하여 전송된 코드 워드와 R행렬 생성부(130)로부터 행렬 R을 입력받아 제2 Q행렬인 행렬 Q'을 생성한다.

<34> 출력 계산부(150)는 R행렬 생성부(130)로부터 입력된 행렬 R의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드 M을 계산하여 출력한다.

- <35> 도 2는 도 1에 도시된 R행렬 생성부(130)의 상세 구성을 설명하기 위한 블록도이다. 도 2를 참조하면 R행렬 생성부(130)는 행렬 성분 검사부(131) 및 행렬 성분 결정부(133)를 포함한다.
- <36> 행렬 성분 검사부(131)는 제1 Q행렬인 Q 또는 제2 Q행렬인 행렬 Q'을 입력받아 입력된 행렬의 각 행의 성분들을 검사하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값, 상기 제1 최소값의 위치 및 두 번째로 작은 제2 최소값을 결정하여 행렬 성분 결정부(133)로 출력한다. 만약 각 행의 0이 아닌 성분들 중에 음수가 존재한다면 그 절대값을 취한 후 제1 최소값 또는 제2 최소값인지 여부를 판단한다.
- <37> 행렬 성분 결정부(133)는 입력된 행렬의 각 행의 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체한 후, 소정의 상수를 곱하여 행렬 R을 생성한다.
- <38> 제1 Q행렬인 Q 또는 제2 Q행렬인 행렬 Q'을 입력받고 행렬 성분 검사부(131)로부터 제1 최소값, 제1 최소값의 위치 및 두 번째로 작은 제2 최소값을 입력받아, 입력된 행렬의 각 행의 각 성분의 위치가 제1 최소값의 위치가 아니면 제1 최소값으로 성분값을 대체하고, 제1 최소값의 위치와 일치하는 성분은 제2 최소값으로 성분값을 대체하여 행렬 R을 생성한다.
- <39> 도 3은 도 1에 도시된 LDPC 복호화 장치의 각 구성요소들의 입출력인 행렬들의 일 예를 나타내는 도면이다.
- <40> 이하에서는 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 LDPC 복호화 장치의 동작을 상세하게 설명한다.

- <41> 도 3a는 제1 Q행렬 생성부(120)로 입력되는 채널을 통해 수신된 코드 워드 P와 패리티 검사 행렬 저장부(110)에 저장된 패리티 검사 행렬 H의 일 예를 나타낸다. 본 실시예에서 코드 워드 P는 6개의 소프트한 값을 가지는 코드 비트로 이루어져 있다. 앞 3개의 코드 비트는 메시지 비트이고 뒤 3개의 코드 비트는 패리티 정보이다. 패리티 검사 행렬 H는 3×6 크기의 행렬이다.
- <42> 도 3b는 도 3a에 도시된 수신된 코드 워드 P와 패리티 검사 행렬 H를 입력받아 제1 Q행렬 생성부(120)에서 생성한 제1 Q행렬 Q를 나타내는 도면이다.
- <43> 도 3c 및 도 3d는 R행렬 생성부(130)에서 순차적으로 생성된 행렬을 나타내는 도면이다.
- <44> 도 3e는 수신된 코드 워드 P와 행렬 R을 입력받아 제2 Q행렬 생성부(140)에서 생성한 행렬 Q'를 나타내는 도면이다.
- <45> 제1 Q행렬 생성부(120)는 패리티 검사 행렬 H의 6개의 성분으로 이루어진 각 행과 수신된 코드 워드 P를 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 상응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 도 3b에 도시한 바와 같이 제1 Q행렬인 Q를 생성한다.
- <46> R행렬 생성부(130)의 행렬 성분 검사부(131)는 제1 Q행렬 생성부(120)로부터 도 3b에 도시된 제1 Q행렬 Q를 입력받아 제1 Q행렬 Q의 각 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 결정하여 행렬 성분 결정부(133)로 출력한다.

- <47> 예컨대, 도 3b에 도시된 제1 Q행렬 Q 의 첫 번째 행에서 0이 아닌 성분값들 중 제1 최소값은 0.119으로서 제1 행의 제4열에 위치한 값이다. 두 번째로 작은 제2 최소값은 0.268이다.
- <48> 행렬 성분 결정부(133)는 제1 Q행렬인 Q 를 입력받고 행렬 성분 검사부(131)로부터 입력된 제1 Q행렬 Q 의 각 행의 제1 최소값, 제1 최소값의 위치 및 두 번째로 작은 제2 최소값을 입력받아, 제1 Q행렬 Q 의 각 행의 0이 아닌 각 성분의 위치가 제1 최소값의 위치가 아니면 제1 최소값으로 그 성분값을 대체하고, 0이 아닌 성분 중 제1 최소값의 위치와 일치하는 성분은 제2 최소값으로 성분값을 대체하여 도 3c에 도시된 바와 같은 행렬 R' 을 생성한다.
- <49> 예컨대, 제1 Q행렬 Q 의 첫 번째 행의 성분들이 행렬 성분 결정부(133)로 입력된 경우, 제4 열의 성분을 제외한 나머지 0이 아닌 성분들은 제1 최소값의 위치가 아니므로 모두 제1 최소값인 0.119으로 성분값을 대체한다. 제4 열의 성분은 제1 최소값이므로 두 번째로 작은 값인 제2 최소값인 0.268로 성분값을 대체한다.
- <50> 도 3c에 도시된 바와 같은 행렬 R' 을 생성한 후, 행렬 성분 결정부(133)는 행렬 R' 의 각 성분마다 소정의 상수를 곱하여 도 3d에 도시된 바와 같은 행렬 R 을 생성한다.
- <51> 소정의 상수는 다음과 같은 수학식에 의해 결정된다.
- <52> **【수학식 2】** $(-1)^k * s$
- <53> 상수 s 는 각 행의 0이 아닌 성분들중 자신의 성분을 제외한 나머지 성분값들의 부호를 곱한 값이고, k 는 각 행의 0이 아닌 성분들의 개수에 해당하는 값이다.

- <54> 행렬 성분 검사부(131) 및 행렬 성분 결정부(133)는 제2 Q행렬 생성부(140)로부터 제2 Q행렬인 행렬 Q' 을 입력받은 경우에도 제1 Q행렬 생성부(120)로부터 입력된 제1 Q행렬 Q 에 대하여 행렬 R 을 생성하는 경우와 마찬가지로 동일한 동작을 수행하여 다른 R 행렬을 생성한다.
- <55> 제2 Q행렬 생성부(140)는 도 3a에 도시된 수신된 코드 워드 P 와 R 행렬 생성부(130)로부터 도 3d에 도시된 행렬 R 을 입력받아, 행렬 R 의 각 열에 대하여 각 열에서 성분값이 0이 아닌 성분을 그 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들과 행렬 R 의 각 열과 동일한 열에 위치한 코드 워드 P 의 코드 비트값을 더하여 도 3e에 도시된 바와 같은 제2 Q행렬 Q' 을 생성한다. 생성된 제2 Q행렬 Q' 는 R 행렬 생성부(130)로 출력된다.
- <56> R 행렬 생성부(130)는 제2 Q행렬 생성부(140)로부터 제2 Q행렬 Q' 를 입력받아 다시 전술한 R 행렬 생성 과정을 수행하여 생성된 R 행렬을 출력 계산부(150)와 제2 Q행렬 생성부(140)로 입력시킨다. 따라서 R 행렬 생성부(130)와 제2 Q행렬 생성부(140)는 각각 R 행렬 생성 동작과 제2 Q행렬 생성동작을 소정 회수 반복한다.
- <57> 출력 계산부(150)는 R 행렬 생성부(130)로부터 입력된 행렬 R 의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c 개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드 M 을 계산한다. 출력 계산부(150)는 다수의 행렬 R 이 매번 입력될 때마다 복호된 코드 워드 M 을 계산하지만, N (N 은 1이상의 정수)번째 입력된 R 행렬에 대하여 복호된 코드 워드를 출력한다. 다시 말하면, R 행렬 생성부(130)에서 N 번째 생성된 R 행렬을 입력받아 코드 워드를 복호하여 출력한다. R 행렬 생성 동작과 제2 Q행렬 생성동작을 소정 회수 반복시킨 후 코드 워드를 복호함으로써 에러정정 능력이 향상된다.

- <58> 이하에서는 도 4를 참조하여 본 발명에 따른 LDPC 복호화 장치의 다른 실시예를 설명한다.
- <59> 도 4는 LDPC 복호화 장치의 다른 실시예를 설명하기 위한 블록도이다. 도 4를 참조하면, LDPC 복호화 장치는 패리티 검사 행렬 저장부(210), 제1 Q행렬 생성부(220), R행렬 생성부(230), 제2 Q행렬 생성부(240), 출력 계산부(250) 및 출력 결정부(260)를 포함한다.
- <60> 도 1에 도시된 본 발명에 따른 LDPC 복호화 장치의 구성요소와 차이가 있는 구성요소는 제2 Q행렬 생성부(240)와 출력 결정부(260)이다. 패리티 검사 행렬 저장부(210), 제1 Q행렬 생성부(220), R행렬 생성부(230) 및 출력 계산부(250)는 각각 도 1에 도시된 LDPC 복호화 장치에서 동일한 명칭을 갖는 대응되는 구성요소와 마찬가지로 동일한 입력을 받아 동일한 동작을 수행하여 동일한 출력을 낸다. R행렬 생성부(230)는 도 2에 도시된 바와 같은 행렬 성분 검사부(131) 및 행렬 성분 결정부(133)를 포함하여 구성된다.
- <61> 이하에서는 제2 Q행렬 생성부(240)와 출력 결정부(260)에 대해 상술한다.
- <62> 먼저, 출력 결정부(260)는 패리티 검사 행렬 저장부(210)로부터 패리티 검사 행렬 H 와 출력 계산부(250)로부터 복호된 코드 워드 M 을 입력받아, 패리티 검사 행렬 H 를 이용하여 복호된 코드 워드 M 의 복호 성공 여부를 판단하여 복호된 코드 워드 M 의 출력 여부를 결정한다.
- <63> 출력 결정부(260)는 다음의 수학식을 만족하면 복호 성공이라고 판단하여 복호된 코드 워드 M 을 출력한다.
- <64> 【수학식 3】 $H \cdot M = 0$

- <65> 수학식 3에서 H 는 $p \times k$ 크기의 패리티 검사 행렬, M 은 복호된 코드워드를 성분으로 하는 열 행렬이고 0 는 영 행렬이다.
- <66> LDPC 부호화시에 상기 수학식 3을 만족하도록 패리티 정보가 부가된 코드 워드를 생성하였으므로 복호시에도 복호된 코드워드가 상기 수학식 3을 만족한다면 복호가 성공적으로 수행된 것으로 판단할 수 있다.
- <67> 그러나 수회 반복하여 코드 워드를 복호하였으나 복호된 코드워드가 상기 수학식 3을 만족하지 못한다면, 무한히 복호를 반복할 수 없기 때문에 소정 회수로 복호 동작을 제한해야 한다.
- <68> 제2 Q행렬 생성부(240)는 도 1에 도시된 제2 Q행렬 생성부(140)와 동일한 동작을 수행하여 제2 Q행렬 Q' 를 생성한다. 그러나 도 1에 도시된 제2 Q행렬 생성부(140)는 행렬 R 이 입력되면 항상 행렬 Q' 를 생성하였지만, 제2 Q행렬 생성부(240)는 출력 결정부(260)가 복호 실패라고 판단한 경우, 제2 Q행렬 생성부(240)로 출력하는 제2 Q행렬 생성 제어 명령에 따라 행렬 Q' 를 생성한다.
- <69> 이하에서는 도 1, 도 2, 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명에 따른 LDPC 복호화 방법의 일 실시예를 설명한다.
- <70> 도 5는 도 1에 도시된 본 발명에 따른 LDPC 복호화 장치에서 실시되는 LDPC 복호화 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- <71> 먼저, 출력 계산부(150)는 내부 변수 n 을 0으로 설정한다(제310 단계).
- <72> 제1 Q행렬 생성부(120)는 채널을 통하여 전송되어 각종 잡음에 의해 소프트한 값을 가지는 c 개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드 P 를 입력받는다(제320 단계).

- <73> 제1 Q행렬 생성부(120)는 코드 워드 P와 패리티 검사 행렬 저장부(110)에 저장된 패리티 검사 행렬 H의 c개의 성분으로 이루어진 p개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 상응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬 Q를 생성한다(제330 단계).
- <74> R행렬 생성부(130)는 제1 Q행렬 Q의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성한다(제340 단계).
- <75> 출력 계산부(150)는 R행렬 생성부(130)로부터 입력된 행렬 R의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드 M을 계산한다(제350 단계).
- <76> 출력 계산부(150)는 변수 n을 1만큼 증가시킨 다음(제360 단계), 변수 n이 소정 값 N인가를 판단하여(제370 단계), 변수 n이 소정 값 N이면 복호된 코드워드를 최종 복호값으로 출력한다(제380 단계).
- <77> 출력 계산부(150)는 변수 n이 소정 값 N이 아니면 최종 복호값으로 복호된 코드워드를 출력하지 않고, 제2 Q행렬 생성부(140)는 수신된 코드 워드 P와 R행렬 생성부(130)로부터 행렬 R을 입력받아, 행렬 R의 각 열에 대하여 각 열에서 성분값이 0이 아닌 성분을 그 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들과 행렬 R의 각 열과 동일한 열에 위치한 코드 워드 P의 코드 비트값을 더하여 제2 Q행렬 Q'을 생성한다(제390 단계). 생성된 제2 Q행렬 Q'는 R행렬 생성부(130)로 출력되어 변수 n이 소정 값 N이 될 때까지 제340 단계 내지 제390 단계가 반복된다.

- <78> 도 6은 도 5에 도시된 제340 단계의 상세 구성을 나타내는 흐름도이다.
- <79> R행렬 생성부(130)의 행렬 성분 검사부(131)는 제1 Q행렬 생성부(120)로부터 제1 Q행렬 Q를 입력받아 제1 Q행렬 Q의 각 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 결정한다(제341 단계).
- <80> 행렬 성분 결정부(133)는 제1 Q행렬인 Q를 입력받고 행렬 성분 검사부(131)로부터 입력된 제1 Q행렬 Q의 각 행의 제1 최소값, 제1 최소값의 위치 및 두 번째로 작은 제2 최소값을 입력받아, 제1 Q행렬 Q의 각 행의 0이 아닌 성분들 중 각 성분의 위치가 제1 최소값의 위치가 아니면 제1 최소값으로 성분값을 대체하고, 제1 최소값의 위치와 일치하는 성분은 제2 최소값으로 성분값을 대체한 후 각 성분에 소정 상수를 곱하여 행렬 R을 생성한다(제343 단계).
- <81> 도 7은 도 4에 도시된 본 발명에 따른 다른 LDPC 복호화 장치에서 실시되는 LDPC 복호화 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- <82> 먼저, 제1 Q행렬 생성부(220)는 채널을 통하여 전송되어 각종 잡음에 의해 소프트한 값을 가지는 c개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드 P를 입력받는다(제410 단계).
- <83> 제1 Q행렬 생성부(220)는 코드 워드 P와 패리티 검사 행렬 저장부(210)에 저장된 패리티 검사 행렬 H의 c개의 성분으로 이루어진 p개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 상응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬 Q를 생성한다(제420 단계).

- <84> R행렬 생성부(230)는 제1 Q행렬 Q의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성한다(제430 단계).
- <85> 출력 계산부(250)는 R행렬 생성부(230)로부터 입력된 행렬 R의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드 M을 계산한다(제440 단계).
- <86> 출력 결정부(260)는 패리티 검사 행렬 H를 이용하여 복호 성공 여부를 판단한다(제450 단계).
- <87> 출력 결정부(260)는 복호 성공이라고 판단되면 복호된 코드워드를 출력한다(제460 단계).
- <88> 출력 결정부(260)는 복호 실패라고 판단되면 복호된 코드워드를 출력하지 않고, 제2 Q행렬 생성부(240)로 제2 Q행렬을 생성 명령 신호를 출력한다. 제2 Q행렬 생성부(240)는 수신된 코드 워드 P와 R행렬 생성부(230)로부터 행렬 R을 입력받아, 행렬 R의 각 열에 대하여 각 열에서 성분값이 0이 아닌 성분을 그 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들과 행렬 R의 각 열과 동일한 열에 위치한 코드 워드 P의 코드 비트값을 더하여 제2 Q행렬 Q'을 생성한다(제470 단계). 생성된 제2 Q행렬 Q'는 R행렬 생성부(230)로 출력되어 출력 결정부(260)가 복호 성공이라고 판단할 때까지 또는 코드 워드가 소정 회수인 N번째 복호될 때까지 제430 단계 내지 제470 단계가 반복된다.
- <89> 도 7에 도시된 제430 단계의 상세 구성은 도 6에 도시된 바와 동일하다.

- <90> R행렬 생성부(230)는 제1 Q행렬 생성부(220)로부터 제1 Q행렬 Q를 입력받아 제1 Q행렬 Q의 각 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 결정한다(제341 단계).
- <91> R행렬 생성부(230)는 제1 Q행렬인 Q를 입력받아, 제1 Q행렬 Q의 각 행의 각 성분의 위치가 제1 최소값의 위치가 아니면 제1 최소값으로 성분값을 대체하고, 제1 최소값의 위치와 일치하는 성분은 제2 최소값으로 성분값을 대체한 후 각 성분에 소정 상수를 곱하여 행렬 R을 생성한다(제343 단계).
- <92> 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는, ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 저장되고 실행될 수 있다.

【발명의 효과】

- <93> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 LDPC 복호화 장치 및 방법은, LDPC 복호화 과정중 행렬 R을 생성하는 경우에, 행렬의 각 성분값들을 곱하거나 행렬 R의 하나의 성분값을 결정하기 위해 매번 다른 성분값들을 모두 비교하여 그 중 최소값을 결정하는 과정을 반복해야 하는 종래 기술과 달리, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 제1 최소값의 위치를 먼저 파악한 후 이들

정보를 이용함으로써 연산과정의 복잡도를 감소시켜 LDPC 복호화 성능을 향상시키는 효과를 가진다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

채널을 통하여 전송된 c 개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드를 LDPC 복호화하는 장치에 있어서,

상기 코드 워드와 다수의 0과 1의 성분으로 이루어진 $p \times c$ 크기의 패리티 검사 행렬을 입력받아, 상기 코드 워드와 상기 패리티 검사 행렬의 c 개의 성분으로 이루어진 p 개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 대응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬을 생성하는 제1 Q행렬 생성부;

상기 제1 Q행렬 생성부로부터 상기 제1 Q행렬을 입력받아, 상기 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 각 행의 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성하는 R행렬 생성부;

상기 코드 워드와 상기 R행렬 생성부로부터 상기 R행렬을 입력받아, 상기 R행렬의 각각의 열에 대하여 각 열에서 성분값이 0이 아닌 성분을 그 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들과 상기 R행렬의 각 열과 동일한 열에 위치한 상기 코드 워드의 코드 비트값을 더하여 제2 Q행렬을 생성하고, 상기 제2 Q행렬을 상기 R행렬 생성부로 출력하는 제2 Q행렬 생성부; 및

상기 R행렬 생성부로부터 상기 R행렬을 입력받아, 상기 R행렬의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드를 출력하는 출력 계산부;를 포함하고,

상기 R행렬 생성부는 상기 제2 Q행렬 생성부로부터 상기 제2 Q행렬을 입력받아 다른 R행렬을 생성하여 상기 제2 Q행렬 생성부와 상기 출력 계산부로 출력하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 2】

제1 항에 있어서, 상기 R행렬 생성부는

상기 제1 Q행렬의 각 행의 0이 아닌 성분들을 검사하여, 최소값인 제1 최소값, 상기 제1 최소값의 위치 및 두 번째로 작은 제2 최소값을 결정하는 행렬 성분 검사부; 및 상기 제1 Q행렬을 입력받고 상기 행렬 성분 검사부로부터 상기 제1 최소값, 상기 제1 최소값의 위치 및 상기 두 번째로 작은 제2 최소값을 입력받아, 상기 제1 Q행렬의 각 행의 0이 아닌 각 성분의 위치가 상기 제1 최소값의 위치가 아니면 상기 제1 최소값으로 성분값을 대체하고, 상기 제1 최소값의 위치와 일치하는 성분은 상기 제2 최소값으로 성분값을 대체하여 상기 R행렬을 생성하는 행렬 성분 결정부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 3】

제1 항에 있어서,

상기 R행렬 생성부와 상기 제2 Q행렬 생성부는 R행렬 생성동작과 제2 Q행렬 생성 동작을 반복 수행하고,

상기 출력 계산부는 N (N 은 1이상의 정수)번째 입력된 R 행렬에 대해 상기 복호된 코드 워드를 출력하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 4】

제1 항에 있어서,

상기 패리티 검사 행렬을 미리 저장하는 패리티 검사 행렬 저장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 5】

제2 항에 있어서, 상기 행렬 성분 검사부는 상기 제1 Q행렬의 각 행의 성분들의 성분값들의 절대값들 중에서 상기 제1 최소값 및 상기 제2 최소값을 결정하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 6】

채널을 통하여 전송되어 소프트한 값을 가지는 c 개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드를 LDPC 복호화하는 장치에 있어서,

상기 코드 워드와 다수의 0과 1의 성분으로 이루어진 $p \times c$ 크기의 패리티 검사 행렬을 입력받아, 상기 코드 워드와 상기 패리티 검사 행렬의 c 개의 성분으로 이루어진 p 개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 상응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬을 생성하는 제1 Q행렬 생성부;

상기 제1 Q행렬 생성부로부터 상기 제1 Q행렬을 입력받아, 상기 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 각 행의 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분

값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성하는 R행렬 생성부;

상기 R행렬 생성부로부터 상기 R행렬을 입력받아, 상기 R행렬의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드를 출력하는 출력 계산부;

상기 출력 계산부로부터 상기 복호된 코드 워드를 입력받아, 상기 패리티 검사 행렬을 이용하여 상기 복호된 코드 워드의 복호의 성공 여부를 판단하여 상기 복호된 코드 워드의 출력을 결정하는 출력 결정부; 및

복호 실패라고 판단한 상기 출력 결정부로부터의 제어신호에 따라, 상기 코드 워드와 상기 R행렬 생성부로부터 상기 R행렬을 입력받아, 상기 R행렬의 각각의 열에 대하여 각 열에서 성분값이 0이 아닌 성분을 그 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들과 상기 R행렬의 각 열과 동일한 열에 위치한 상기 코드 워드의 코드 비트값을 더하여 제2 Q행렬을 생성하고, 상기 제2 Q행렬을 상기 R행렬 생성부로 출력하는 제2 Q행렬 생성부;를 포함하고,

상기 R행렬 생성부는 상기 제2 Q행렬 생성부로부터 상기 제2 Q행렬을 입력받아 다른 R행렬을 생성하여 상기 제2 Q행렬 생성부와 상기 출력 계산부로 출력하고, 상기 출력 계산부는 상기 다른 R행렬을 이용하여 새로운 복호된 코드 워드를 상기 출력 결정부로 출력하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 7】

제6 항에 있어서, 상기 R행렬 생성부는

상기 제1 Q행렬의 각 행의 0이 아닌 성분들을 검사하여, 최소값인 제1 최소값, 상기 제1 최소값의 위치 및 두 번째로 작은 제2 최소값을 결정하는 행렬 성분 검사부; 및 상기 제1 Q행렬을 입력받고 상기 행렬 성분 검사부로부터 상기 제1 최소값, 상기 제1 최소값의 위치 및 상기 두 번째로 작은 제2 최소값을 입력받아, 상기 제1 Q행렬의 각 행의 0이 아닌 각 성분의 위치가 상기 제1 최소값의 위치가 아니면 상기 제1 최소값으로 성분값을 대체하고, 상기 제1 최소값의 위치와 일치하는 성분은 상기 제2 최소값으로 성분값을 대체하여 상기 R행렬을 생성하는 행렬 성분 결정부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 8】

제6 항에 있어서,

상기 출력 결정부는 다음의 행렬식

$$H \cdot M = 0$$

(H는 $p \times k$ 크기의 패리티 검사 행렬, M은 복호된 코드워드를 성분으로 하는 열행렬이고 0는 영행렬이다)

를 만족하면 복호 성공이라고 판단하여 상기 복호된 코드 워드를 출력하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 9】

제6 항에 있어서,

상기 패리티 검사 행렬을 미리 저장하는 패리티 검사 행렬 저장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 10】

제7 항에 있어서, 상기 행렬 성분 검사부는 상기 제1 Q행렬의 각 행의 성분들의 성분값들의 절대값들 중에서 상기 제1 최소값 및 상기 제2 최소값을 결정하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 11】

제8 항에 있어서,

상기 출력 결정부는 상기 행렬식에 따라 복호 성공 여부를 판단한 결과 계속 해서 복호에 실패하면, N(N은 1이상의 정수)번째 입력된 복호된 코드 워드를 출력하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 장치.

【청구항 12】

채널을 통하여 전송된 c개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드를 LDPC 복호화하는 방법에 있어서,

(a) 상기 코드 워드와 다수의 0과 1의 성분으로 이루어진 $p \times c$ 크기의 패리티 검사 행렬을 입력받아, 상기 코드 워드와 상기 패리티 검사 행렬의 c개의 성분으로 이루어진 p개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 상응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬을 생성하는 단계;

(b) 상기 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성하는 단계; 및

(c) 상기 R행렬의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드를 출력하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 13】

제12 항에 있어서, 상기 (b)단계는,

(b1) 상기 제1 Q행렬의 각 행의 0이 아닌 성분들을 검사하여, 최소값인 제1 최소값, 상기 제1 최소값의 위치 및 두 번째로 작은 제2 최소값을 결정하는 단계; 및

(b2) 상기 제1 Q행렬의 각 행의 0이 아닌 각 성분의 위치가 상기 제1 최소값의 위치가 아니면 상기 제1 최소값으로 성분값을 대체하고, 상기 제1 최소값의 위치와 일치하는 성분은 상기 제2 최소값으로 성분값을 대체하여 상기 R행렬을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 14】

제12 항에 있어서,

(d) 상기 R행렬의 각각의 열에 대하여 각 열에서 성분값이 0이 아닌 성분을 그 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들과 상기 R행렬의 각 열과 동일한 열에 위치한 상기 코드 워드의 코드 비트값을 더하여 제2 Q행렬을 생성하여 상기 (b)단계의 입력으로 제공하는 단계; 및

(e) 상기 (b)단계 내지 상기 (d)단계를 소정 회수 반복하고, 상기 (c)단계는 N(N은 1이상의 정수)번째 입력된 R행렬에 대해 상기 복호된 코드 워드를 출력하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 15】

제13 항에 있어서,

상기 (b1)단계는 상기 제1 Q행렬의 각 행의 성분들의 성분값들의 절대값들 중에서 상기 제1 최소값 및 상기 제2 최소값을 결정하는 단계인 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 16】

채널을 통하여 전송된 c개의 코드 비트로 이루어진 코드 워드를 LDPC 복호화하는 방법에 있어서,

(a) 상기 코드 워드와 다수의 0과 1의 성분으로 이루어진 $p \times c$ 크기의 패리티 검사 행렬을 입력받아, 상기 코드 워드와 상기 패리티 검사 행렬의 c개의 성분으로 이루어진 p개의 각 행을 비교하여, 각 행에서 성분값이 1인 성분을 상기 코드 워드의 상응하는 위치의 코드 비트의 값으로 대체하여 제1 Q행렬을 생성하는 단계;

(b) 상기 제1 Q행렬의 각각의 행에 대하여, 각 행의 0이 아닌 성분들 중 최소값인 제1 최소값과 두 번째로 작은 제2 최소값 및 상기 제1 최소값의 위치를 이용하여, 0이 아닌 각 성분을 자기의 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들중 최소인 값으로 대체하여 R행렬을 생성하는 단계;

(c) 상기 R행렬의 각 열의 성분값들을 더하여 하나의 코드 비트를 결정함으로써 c개의 코드 비트로 이루어진 복호된 코드 워드를 계산하는 단계; 및

(d) 상기 패리티 검사 행렬을 이용하여 상기 복호된 코드 워드의 복호의 성공 여부를 판단하여 복호에 성공하면 상기 복호된 코드 워드를 출력하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 17】

제16 항에 있어서, 상기 (b)단계는,

(b1) 상기 제1 Q행렬의 각 행의 0이 아닌 성분들을 검사하여, 최소값인 제1 최소값, 상기 제1 최소값의 위치 및 두 번째로 작은 제2 최소값을 결정하는 단계; 및

(b2) 상기 제1 Q행렬의 각 행의 0이 아닌 각 성분의 위치가 상기 제1 최소값의 위치가 아니면 상기 제1 최소값으로 성분값을 대체하고, 상기 제1 최소값의 위치와 일치하는 성분은 상기 제2 최소값으로 성분값을 대체하여 상기 R행렬을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 18】

제16 항에 있어서,

(e) 상기 (d)단계에서 복호 실패로 판단되면, 상기 R행렬의 각각의 열에 대하여 각 열에서 성분값이 0이 아닌 성분을 그 성분값을 제외한 나머지 0이 아닌 성분값들과 상기 R행렬의 각 열과 동일한 열에 위치한 상기 코드 워드의 코드 비트값을 더하여 제2 Q행렬을 생성하여 상기 (b)단계의 입력으로 제공하는 단계; 및

(f) 상기 (b)단계 내지 상기 (e)단계를 반복하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 19】

제16 항에 있어서,

상기 (d)단계는 다음의 행렬식

$$H \cdot M = 0$$

(H는 $p \times k$ 크기의 패리티 검사 행렬, M은 복호된 코드워드를 성분으로 하는 열행렬이고 0는 영행렬이다)

를 만족하면 복호 성공이라고 판단하여 상기 복호된 코드 워드를 출력하는 단계인 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 20】

제17 항에 있어서,

상기 (b1)단계는 상기 제1 Q행렬의 각 행의 성분들의 성분값들의 절대값들 중에서 상기 제1 최소값 및 상기 제2 최소값을 결정하는 단계인 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 21】

제19 항에 있어서,

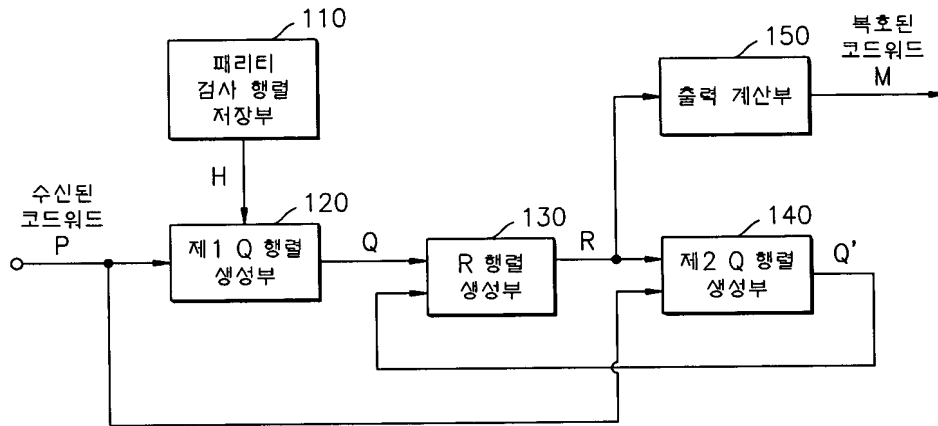
상기 (d)단계는 상기 행렬식에 따라 복호 성공 여부를 판단한 결과 계속 해서 복호에 실패하면, N(N은 1이상의 정수)번째 입력된 복호된 코드 워드를 출력하는 단계인 것을 특징으로 하는 LDPC 복호화 방법.

【청구항 22】

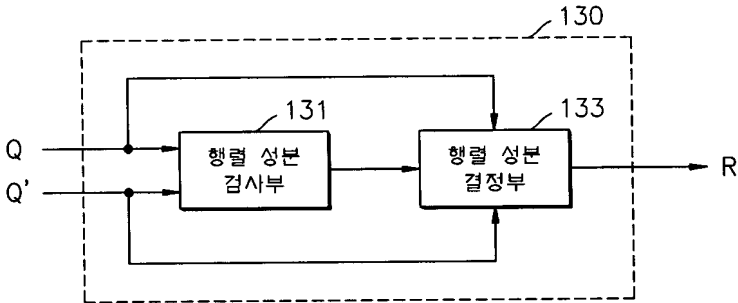
제12 항 내지 제21 항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 실현하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3a】

$$P = \begin{bmatrix} 0.268 & 0.881 & 0.119 & 0.119 & 0.881 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【도 3b】

$$Q = \begin{bmatrix} 0.268 & 0.881 & 0 & 0.119 & 0 & 0 \\ 0 & 0.881 & 0.119 & 0 & 0.881 & 0 \\ 0.268 & 0 & 0.119 & 0 & 0 & 0.5 \end{bmatrix}$$

【도 3c】

$$R' = \begin{bmatrix} 0.119 & 0.119 & 0 & 0.268 & 0 & 0 \\ 0 & 0.119 & 0.881 & 0 & 0.119 & 0 \\ 0.119 & 0 & 0.268 & 0 & 0 & 0.119 \end{bmatrix}$$

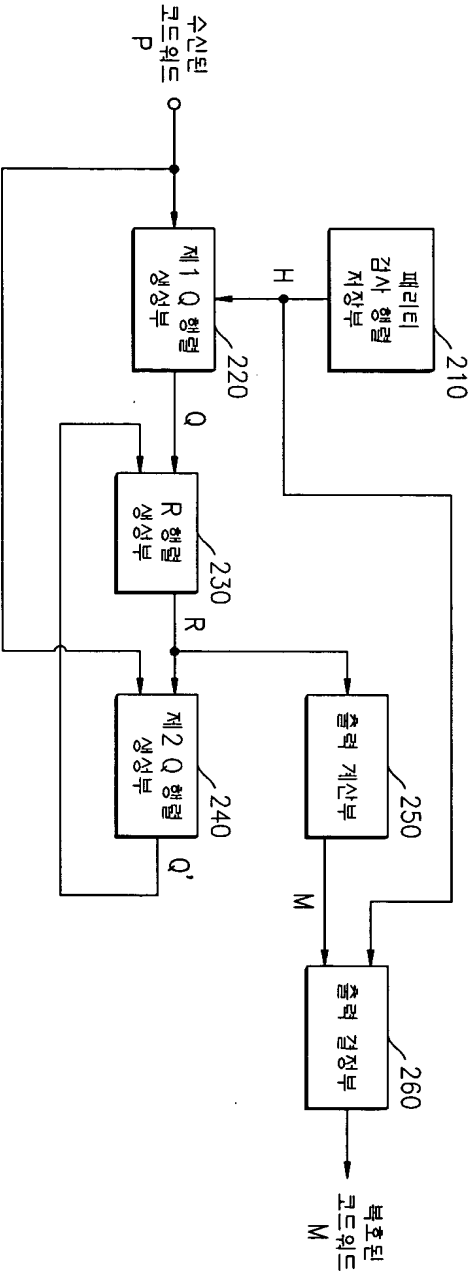
【도 3d】

$$R = \begin{bmatrix} -0.119 & -0.119 & 0 & -0.268 & 0 & 0 \\ 0 & -0.119 & -0.881 & 0 & -0.119 & 0 \\ -0.119 & 0 & -0.268 & 0 & 0 & -0.119 \end{bmatrix}$$

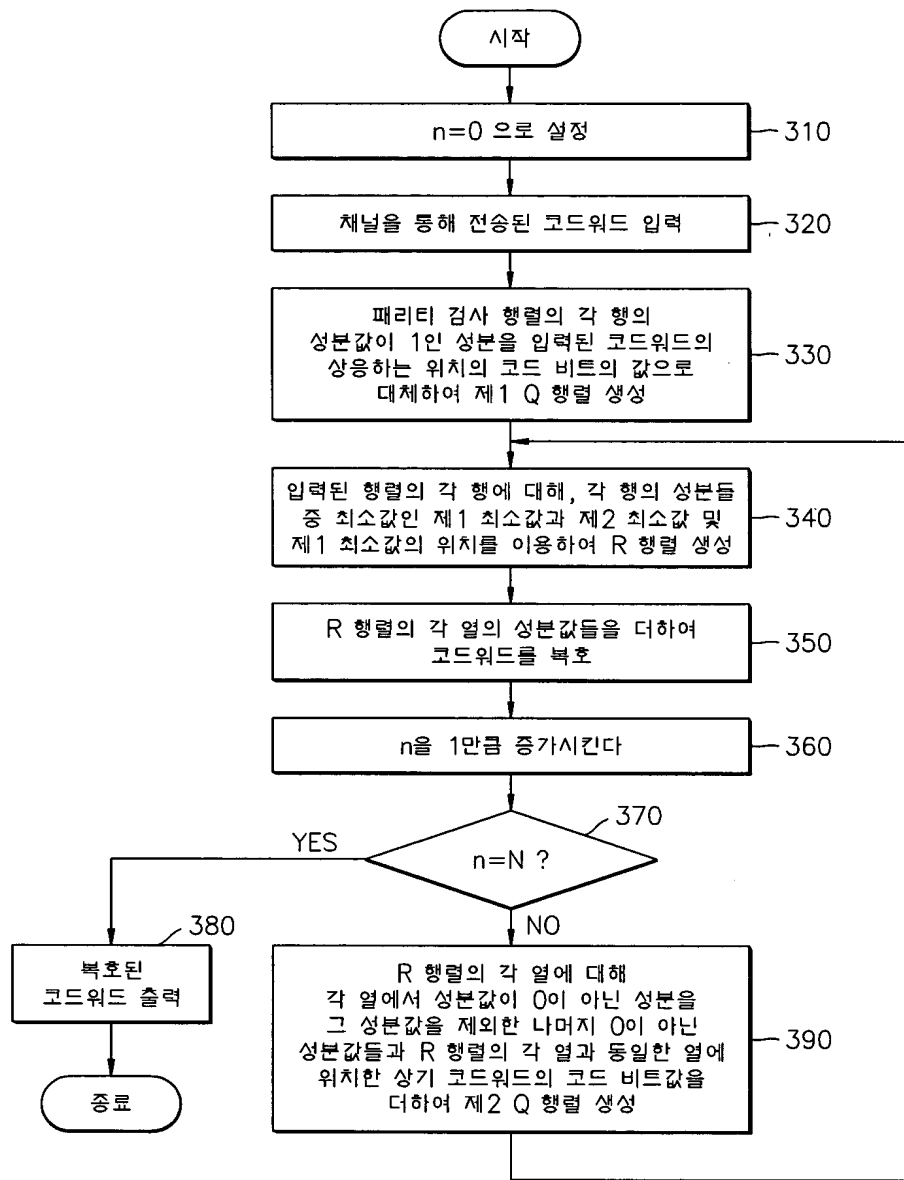
【도 3e】

$$Q' = \begin{bmatrix} 0.149 & 0.762 & 0 & 0.119 & 0 & 0 \\ 0 & 0.762 & -0.149 & 0 & 0.881 & 0 \\ 0.149 & 0 & -0.762 & 0 & 0 & 0.5 \end{bmatrix}$$

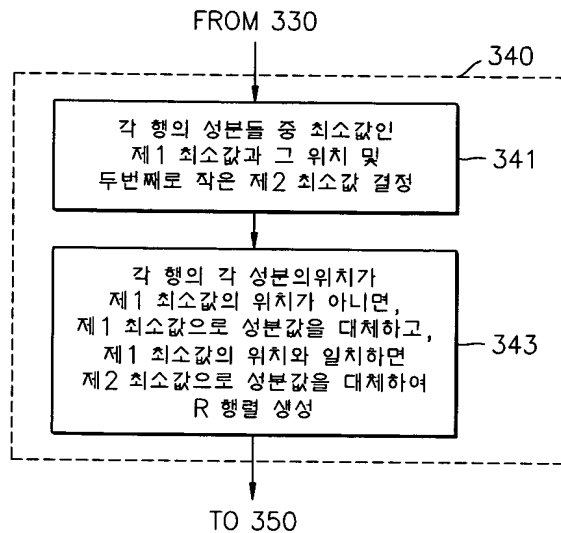
【도 4】



【도 5】



【도 6】



【도 7】

